



## **LAMPIRAN A, B DAN C**

## LAMPIRAN A

### UJI RATA-RATA PERGESERAN YANG DISEBABKAN OLEH ALAT PENGUJI STANDAR DAN RANCANGBANGUN

#### I. Asumsi yang digunakan

1. Data berdistribusi normal.
2. Variasi yang disebabkan oleh alat standar dan alat rancangbangun

#### II. Uji Hepotesis

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 \quad (A-1)$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \quad (A-2)$$

Dengan signifikansi  $\alpha = 0,05$

$H_0$  adalah hipotesis nol yaitu hipotesis awal yang akan diuji.

$H_1$  adalah hipotesis alternatif bila hipotesis nol ditolak.

$\mu_1$  adalah alat uji standar.

$\mu_2$  adalah alat uji rancangbangun.

#### III. Uji Statistik

$$t_0 = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{sp^2 \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (A-3)$$

dengan :  $t_0$  adalah hasil uji rata-rata.

$sp^2$  adalah variansi gabungan  $s_1^2$  dan  $s_2^2$

$$sp^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (A-4)$$

$s_{i1}^2$  adalah variansi untuk alat uji standar.

$s_{i2}^2$  adalah variansi untuk alat uji rancangbangun.

$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^3 (x_{ij} - \bar{x}_i)^2}{n-1} \quad (\text{A-5})$$

$i = 1, 2$

$j = 1, 2, 3$

$\bar{x}_1$  adalah rata-rata pergeseran alat standar.

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^3 x_{1j} \quad (\text{A-6})$$

$\bar{x}_2$  adalah rata-rata pergeseran alat rancangbangun.

$$\bar{x}_2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^3 x_{2j} \quad (\text{A-7})$$

$$t_{\text{tabel}} = t_{\frac{\alpha}{2}, (n_1 + n_2 - 2)}$$

$$\text{Derajat bebas} = (n_1 + n_2 - 2) \quad (\text{A-8})$$

$n$  adalah banyaknya perlakuan dalam penelitian

#### IV. Pengambilan Keputusan

$$\text{Apabila } t_0 > t_{\frac{\alpha}{2}, (n_1 + n_2 - 2)} \quad (\text{A-9})$$

$$\text{atau } t_0 < -t_{\frac{\alpha}{2}, (n_1 + n_2 - 2)} \quad (\text{A-10})$$

Maka  $H_0$  ditolak.

**LAMPIRAN B**  
**PERHITUNGAN UJI RATA-RATA**

**B.I. Pengujian Hipotesis Pada Rata-rata Pergeseran Bintik Fokus Terhadap Titik Pusat Penyinaran yang Disebabkan Oleh Alat Uji Standar dan Rancangbangun untuk Jenis Pesawat :**

**1. Polyphos 30 M Siemens**

**Tabel B.1.1. Data Pergeseran Sudut Alat Standar dan Rancangbangun**

	Standar	Rancangbangun
Sudut Pergeseran	1,088	1,088
	1,088	1,26
	1,088	1,088
$\sum_{j=1}^3 x_j$	3,264	3,319
$\bar{x}_i$	1,088	1,0833
$s_i^2$	0	0,0294123

Dari data tabel B.1.1 dapat dihitung :

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{3}(1,088 + 1,088 + 1,088) = 1,088$$

$$\bar{x}_2 = \frac{1}{3}(1,088 + 0,917 + 1,26) = 1,0833$$

$$s_1^2 = \frac{(1,088 - 1,088)^2 + (1,088 - 1,088)^2 + (1,088 - 1,088)^2}{(3 - 1)} = 0$$

$$s_2^2 = \frac{(1,088 - 1,0833)^2 + (0,917 - 1,0833)^2 + (1,26 - 1,0833)^2}{(3 - 1)} = 0,0294128$$

$$sp^2 = \frac{(3 - 1)0 + (3 - 1)0,0294128}{(3 + 3 - 2)} = 0,01470615$$

$$t_0 = \frac{1,088 - 1,0833}{\sqrt{(0,014706150)^2 \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{3}\right)}} = 0,04745$$

$$\text{Derajat bebas} = (3+3-2) = 4$$

$$t_{\text{tabel}} : t \frac{\alpha}{2} ; 4 = t 0,025 ; 4 = 2,776$$

$$t_0 < t_{\text{tabel}} \rightarrow 0,04745 < 2,776 \rightarrow H_0 \text{ diterima}$$

## 2. KCD -10 M - 3 Toshiba

**Tabel B.1.2. Data Pergeseran Sudut Alat Standar dan Rancangbangun**

	Standar	Rancangbangun
Sudut Pergeseran	1,088	1,088
	1,260	1,26
	1,088	1,088
$\sum_{j=1}^3 x_j$	3,436	3,436
$\bar{x}_i$	1,1453	1,1453
$s_i^2$	0,009861	0,009861333

Dengan perhitungan sama didapatkan hasil :

$$sp^2 = 0,00986$$

$$t_0 = 0$$

$$t_{\text{tabel}} : t \frac{\alpha}{2} ; 4 = t 0,025 ; 4 = 2,77$$

### 3. UDK 150 Shimadzu

**Tabel B.1.3. Data Pergeseran Sudut Alat Standar dan Rancangbangun**

	Standar	Rancangbangun
Sudut Pergeseran	0	0
	0	0
	0	0
$\sum_{j=1}^3 x_j$	0	0
$\bar{x}_i$	0	0
$s_i^2$	0	0

### 4. Super M 80 Philips

**Tabel B.1.4. Data Pergeseran Sudut Alat Standar dan Rancangbangun**

	Standar	Rancangbangun
Sudut Pergeseran	1,088	1,088
	1,088	1,088
	1,088	1,088
$\sum_{j=1}^3 x_j$	3,264	3,264
$\bar{x}_i$	1,088	1,088
$s_i^2$	0	0

### 5. F 30 – 116 Dong Fang

**Tabel B.1.5. Data Pergeseran Sudut Alat Standar dan Rancangbangun**

	Standar	Rancangbangun
Sudut Pergeseran	0,745	0,745
	0,745	0,516
	0,516	0,745
$\sum_{j=1}^3 x_j$	2,006	2,006
$\bar{x}_i$	0,66867	0,66867
$s_i^2$	0,017480333	0,017480333

## 6. KSO - 17 Toshiba

**Tabel B.1.6. Data Pergeseran Sudut Alat Standar dan Rancangbangun**

	Standar	Rancangbangun
Sudut Pergeseran	0,917	0,917
	1,088	1,088
	1,26	1,26
$\sum_{j=1}^3 x_j$	3,625	3,265
$\bar{x}_i$	1,0883	1,0833
$s_i^2$	0,029412333	0,029412333

## 7. KXO – 15 E Toshiba

**Tabel B.1.7. Data Pergeseran Sudut Alat Standar dan Rancangbangun**

	Standar	Rancangbangun
Sudut Pergeseran	1,088	1,088
	1,088	1,088
	1,088	1,088
$\sum_{j=1}^3 x_j$	3,264	3,264
$\bar{x}_i$	1,088	1,088
$s_i^2$	0	0

## 8. Mobile Unit Shimadzu

**Tabel B.1.8. Data Pergeseran Sudut Alat Standar dan Rancangbangun**

	Standar	Rancangbangun
Sudut Pergeseran	1,088	1,031
	0,859	1,031
	1,031	1,088
$\sum_{j=1}^3 x_j$	2,978	2,978
$\bar{x}_i$	0,9926	1,05000
$s_i^2$	0,014212	0,001083

Dengan perhitungan yang sama didapat hasil :

$$Sp^2 = 0,00764, \quad t_0 = -0,80437$$

$$t_{\text{tabel}} : t \frac{\alpha}{2} ; 4 = t 0,025 ; 4 = 2,776$$

## 9. ED – 150 R Shimadzu

**Tabel B.1.9. Data Pergeseran Sudut Alat Standar dan Rancangbangun**

	Standar	Rancangbangun
Sudut Pergeseran	0,516	0,745
	0,745	0,63
	0,745	0,516
$\sum_{j=1}^3 x_j$	2,006	1,891
$\overline{x_i}$	0,6687	0,63033
$s_i^2$	0,01748	0,013110333

Dengan perhitungan yang sama didapat hasil :

$$Sp^2 = 0,015295166, \quad t_0 = 0,379979643$$

$$t_{\text{tabel}} : t \frac{\alpha}{2} ; 4 = t 0,025 ; 4 = 2,776$$

## 10. Polyphos 300 E Siemens

**Tabel B.1.10. Data Pergeseran Sudut Alat Standar dan Rancangbangun**

	Standar	Rancangbangun
Sudut Pergeseran	0,516	0,516
	0,917	0,917
	0,917	0,917
$\sum_{j=1}^3 x_j$	2,350	2,350
$\overline{x_i}$	0,7833	0,7833
$s_i^2$	0,0536	0,053600333



Dengan perhitungan yang sama didapat hasil :

$$Sp^2 = 0,0536, \quad t_0 = 0$$

## 11. Tridoros Siemens

**Tabel B.1.11. Data Pergeseran Sudut Alat Standar dan Rancangbangun**

	Standar	Rancangbangun
Sudut Pergeseran	0,458	0,516
	0,745	0,745
	0,745	0,458
$\sum_{j=1}^3 x_j$	1,948	1,719
$\bar{x}_i$	0,640333	0,57300
$s_i^2$	0,027456	0,023029

Dengan perhitungan yang sama didapat hasil :

$$Sp^2 = 0,0252425, \quad t_0 = 0,588426$$

$$t_{\text{tabel}} : t \frac{\alpha}{2} ; 4 = t 0,025 ; 4 = 2,776$$

## B.2. Pengujian Hipotesis Pada Rata-rata Pergeseran Proyeksi Fokus Lampu Kolimator Terhadap Titik Pusat Penyinaran yang Disebabkan Oleh Alat Penguji Standar dan Rancangbangun

### 1. Polyphos 30 M Siemens

**Tabel B.2.1 Data Pergeseran Sudut Alat Standar dan Rancangbangun**

	Standar	Rancangbangun
Sudut Pergeseran	0,917	1,088
	0,917	1,088
	0,917	0,917
$\sum_{j=1}^3 x_j$	2,751	3,093
$\bar{x}_i$	0,917	1,031
$s_i^2$	0	0,009747

Dengan perhitungan yang sama didapat hasil :

$$sp^2 = 0,00487, t_0 = -2,0109 \text{ dan } t_{\text{tabel}} : t \frac{\alpha}{2}; 4 = t 0,025; 4 = 2,776$$

## 2. KCD-10 M-3 Toshiba

**Tabel B.2.2.** Data Pergeseran Sudut Alat Standar dan Rancangbangun

	Standar	Rancangbangun
Sudut Pergeseran	2,176	2,519
	2,519	2,176
	2,519	2,348
$\sum_{j=1}^3 x_j$	7,214	7,043
$\bar{x}_i$	2,4047	2,34767
$s_i^2$	0.039216	0.029412333

Dengan perhitungan sama didapatkan hasil :

$$sp^2 = 0,0343, t_0 = 0,37713 \text{ dan } t_{\text{tabel}} : t \frac{\alpha}{2}; 4 = t 0,025; 4 = 2,776$$

## 3. UDK 150 Shimadzu

**Tabel B.2.3.** Data Pergeseran Sudut Alat Standar dan Rancangbangun

	Standar	Rancangbangun
Sudut Pergeseran	1,088	1,26
	1,088	1,088
	1,26	1,26
$\sum_{j=1}^3 x_j$	3,436	3,608
$\bar{x}_i$	1,14533	1,20267
$s_i^2$	0,009861	0.009861333

Dengan perhitungan yang sama didapat hasil :

$$Sp^2 = 0,009861166, t_0 = -0,306087$$

$$t_{\text{tabel}} : t \frac{\alpha}{2}; 4 = t 0,025; 4 = 2,776$$

#### 4. Super M 80 Philips

**Tabel B.2.4.** Data Pergeseran Sudut Alat Standar dan Rancangbangun

	Standar	Rancangbangun
Sudut Pergeseran	1,432	1,432
	1,432	1,432
	1,432	1,432
$\sum_{j=1}^3 x_j$	4,296	4,296
$\bar{x}_i$	1,432	1,432
$s_i^2$	0	0

#### 5. F 30 – 116 Dong Fang

**Tabel B.2.5.** Data Pergeseran Sudut Alat Standar dan Rancangbangun

	Standar	Rancangbangun
Sudut Pergeseran	1,432	1,26
	1,432	1,432
	1,432	1,432
$\sum_{j=1}^3 x_j$	4,296	4,124
$\bar{x}_i$	1,432	1,37467
$s_i^2$	0	0,009861333

Dengan perhitungan yang sama didapat hasil :

$$Sp^2 = 0,00493, t_0 = 1,00508 \text{ dan } t_{\text{tabel}} : t \frac{\alpha}{2} ; 4 = t 0,025 ; 4 = 2,7$$

#### 6. KSO - 17 Toshiba

**Tabel B.2.6.** Data Pergeseran Sudut Alat Standar dan Rancangbangun

	Standar	Rancangbangun
Sudut Pergeseran	1,833	1,432
	1,432	1,432
	1,833	1,604
$\sum_{j=1}^3 x_j$	5,098	4,468
$\bar{x}_i$	1,6993	1,48933
$s_i^2$	0,0536	0,009861333

Dengan perhitungan yang sama didapat hasil :

$$Sp^2 = 0,03173, t_0 = 1,45095 \text{ dan } t_{\text{tabel}} : t \frac{\alpha}{2} ; 4 = t 0,025 ; 4 = 2,776$$

## 7. KXO – 15 E Toshiba

**Tabel B.2.7. Data Pergeseran Sudut Alat Standar dan Rancangbangun**

	Standar	Rancangbangun
Sudut Pergeseran	1,432	1,432
	1,088	1,432
	1,432	1,088
$\sum_{j=1}^3 x_j$	3,952	3,952
$\bar{x}_i$	1,3173	1,3173
$s_i^2$	0,039445	0,039445333

## 8. Mobile Unit Shimadzu

**Tabel B.1.8. Data Pergeseran Sudut Alat Standar dan Rancangbangun**

	Standar	Rancangbangun
Sudut Pergeseran	1,146	1,318
	1,23	0,917
	0,859	0,917
$\sum_{j=1}^3 x_j$	3,128	3,152
$\bar{x}_i$	1,04266	1,0506
$s_i^2$	0,025432	0,053600333

Dengan perhitungan yang sama didapat hasil :

$$Sp^2 = 0,039516, t_0 = - 0,0269197$$

$$t_{\text{tabel}} : t \frac{\alpha}{2} ; 4 = t 0,025 ; 4 = 2,776$$

## 9.ED – 150 R Shimadzu

**Tabel B.2.9. Data Pergeseran Sudut Alat Standar dan Rancangbangun**

	Standar	Rancangbangun
Sudut Pergeseran	1,088	1,088
	0,973	1,088
	1,088	0,917
$\sum_{j=1}^3 x_j$	3,149	3,093
$\bar{x}_i$	1,04966	1,03100
$s_i^2$	0,004408	0,009747

Dengan perhitungan yang sama didapat hasil :

$$Sp^2 = 0,007077, t_0 = 0,27173$$

$$t_{\text{tabel}} : t \frac{\alpha}{2} ; 4 = t 0,025 ; 4 = 2,77$$

## 10. Polyphos 300 E Siemens

**Tabel B.1.10. Data Pergeseran Sudut Alat Standar dan Rancangbangun**

	Standar	Rancangbangun
Sudut Pergeseran	1,088	1,088
	1,26	1,26
	1,088	1,088
$\sum_{j=1}^3 x_j$	3,436	3,436
$\bar{x}_i$	1,14533	1,14533
$s_i^2$	0,009861	0,009861333

## 12. Tridoros Siemens

Tabel B2.10. Data Pergeseran Sudut Alat Standar dan Rancangbangun

	Standar	Rancangbangun
Sudut Pergeseran	0,917	1.031
	0.917	0.917
	1,088	0,917
$\sum_{j=1}^3 x_j$	2,922	2,865
$\bar{x}_i$	0,97400	0,95500
$s_t^2$	0,009747	0,004332

Dengan perhitungan yang sama didapat hasil :

$$Sp^2 = 0,0070395$$

$$t_0 = 0,27735$$

$$t_{\text{tabel}} : t \frac{\alpha}{2} ; 4 = t 0,025 ; 4 = 2,776$$

Tabel. B. 3. Presentase Titik Distribusi t

$v \backslash \alpha$	0,40	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0025	0,001	0,0005
1	0,325	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	127,32	318,31	636,62
2	0,289	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	14,089	22,326	31,598
3	0,277	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	7,453	10,213	12,924
4	0,271	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	5,598	7,173	8,610
5	0,267	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	4,773	5,893	6,869
6	0,265	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	4,317	5,208	5,959
7	0,263	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	4,029	4,785	5,408
8	0,262	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	3,833	4,501	5,041
9	0,261	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	3,690	4,297	4,781
10	0,260	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,159	3,581	4,144	4,587
11	0,260	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	3,497	4,025	4,437
12	0,259	0,695	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	3,428	3,930	4,318
13	0,259	0,694	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	3,372	3,852	4,221
14	0,258	0,692	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	3,326	3,787	4,140
15	0,258	0,691	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	3,286	3,733	4,073
16	0,258	0,690	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	3,252	3,686	4,015
17	0,257	0,689	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,222	3,646	3,965
18	0,257	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,197	3,610	3,922
19	0,257	0,688	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,174	3,579	3,883
20	0,257	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,153	3,552	3,850
21	0,257	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,135	3,527	3,819
22	0,256	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,119	3,505	3,792
23	0,256	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,104	3,485	3,767
24	0,256	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,091	3,467	3,745
25	0,256	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,078	3,450	3,725
26	0,256	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,067	3,435	3,707
27	0,256	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,057	3,421	3,690
28	0,256	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,047	3,408	3,674
29	0,256	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,038	3,396	3,659
30	0,256	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,030	3,385	3,646
40	0,255	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	2,971	3,307	3,551
60	0,254	0,679	1,296	1,671	2,000	2,390	2,650	2,915	3,232	3,460
120	0,254	0,677	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	2,860	3,160	3,373
$\infty$	0,253	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	2,807	3,090	3,291

Sumber: Tabel ini dikutip dari *Biometrika Tables for Statisticians*, Vol. 1, edisi ke-3, 1966, dengan izin Biometrika Trustees.

**LAMPIRAN C**  
**Rancangan Faktorial untuk 2 Faktor dengan**  
**Pengulangan 3 kali**

Model linier yang digunakan untuk rancangan faktorial ini ialah

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (C-1)$$

$i = 1, 2, \dots, 11$  ( $i$  adalah pesawat roentgen)

$j = 1, 2$  ( $j$  adalah alat uji penyearah sinar)

$k = 1, 2, \dots, 3$  ( $k$  adalah banyaknya perlakuan dalam penelitian)

dengan  $Y_{ijk}$  adalah pengamatan ke- $k$  yang memperoleh faktor pesawat taraf ke- $i$  dan faktor alat uji taraf ke- $j$

$\mu$  adalah rata-rata umum

$\tau_i$  adalah pengaruh aditif taraf ke- $i$  faktor pesawat Roentgen

$\beta_j$  adalah pengaruh aditif taraf ke- $j$  faktor alat uji

$(\tau\beta)_{ij}$  adalah pengaruh interaksi taraf ke- $i$  faktor pesawat Roentgen dan taraf ke- $j$  faktor alat uji

$\varepsilon_{ijk}$  adalah pengaruh galat percobaan ke- $k$  yang memperoleh kombinasi faktor pesawat Roentgen taraf ke- $i$  dan faktor alat uji taraf ke- $j$ .

Bentuk hipotesis rancangan faktorial ini ialah :

a.  $H_0: \tau_i = 0$  (C-2)

$H_1$  : paling sedikit satu  $\tau_i \neq 0$

b.  $H_0: \beta_j = 0$  (C-3)

$H_1$  : paling sedikit satu  $\beta_j \neq 0$

c.  $H_0: (\tau\beta)_{ij} = 0$  (C-4)



$H_1$  : paling sedikit satu  $(\tau\beta)_{ij} \neq 0$

Dengan  $H_0$  adalah hipotesis nol yaitu hipotesis awal yang akan diuji.

$H_1$  adalah hipotesis alternatif bila hipotesis nol ditolak

Data yang sudah diolah disajikan dalam tabel analisis varians seperti dibawah ini :

**Tabel.C. Analisis Varians**

Sumber Ragam	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	$F_{hitung}$
Perlakuan Pesawat	$SS_{pesawat}$	$a - 1$	$MS_{pesawat} = \frac{SS_{pesawat}}{a - 1}$	$F_{hitung} = \frac{MS_A}{MS_{error}}$
Perlakuan Alat uji	$SS_{alat\ uji}$	$b - 1$	$MS_{alat\ uji} = \frac{SS_{ALATUJI}}{b - 1}$	$F_{hitung} = \frac{MS_B}{MS_{error}}$
Interaksi	$SS_{pesawat \& alat\ uji}$	$(a-1)(b-1)$	$MS_{pesawat \& alat\ uji} = \frac{SS_{pesawat \& alat\ uji}}{(a-1)(b-1)}$	$F_{hitung} = \frac{MS_{AB}}{MS_{error}}$
Galat	$SS_{error}$	$ab(n-1)$	$MS_{error} = \frac{SS_{error}}{ab(n-1)}$	
Total	$SS_{total}$	$abn-1$		

Dengan : SST adalah *Sum of Square Total* (jumlah kuadrat total)

$$SST = \sum \sum \sum Y_{ijk}^2 - \frac{Y_{...}^2}{abn} \quad (C-5)$$

SSA adalah *Sum of Square A* (jumlah kuadrat pesawat)

$$SSA = \sum \frac{Y_{i..}^2}{bn} - \frac{Y_{...}^2}{abn} \quad (C-6)$$

SSB adalah *Sum of Square B* (jumlah kuadrat B atau alat uji )

$$SSB = \sum \frac{Y_{.j.}^2}{an} - \frac{Y_{...}^2}{abn} \quad (C-7)$$

$a$  adalah pesawat roentgen,  $b$  adalah alat uji dan  $n$  adalah jumlah perlakuan dalam penelitian.

SS adalah *Sum of Square*

$$SS \text{ (Subtotal)} = \sum \sum \frac{Y_{ij}^2}{n} - \frac{Y_{...}^2}{abn} \quad (C-8)$$

SSAB adalah *Sum of Square AB* (jumlah kuadrat AB/pesawat & alat uji )

$$SSAB = SS \text{ (Subtotal)} - SSA - SSB \quad (C-9)$$

SSE adalah *Sum of Square error*

$$SSE = SST - SSAB - SSA - SSB \quad (C-10)$$

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan antar variabel dapat juga dilakukan dengan program *SPSS for MS WINDOWS Realease 6.0*.

## PERHITUNGAN

### C.1. Perhitungan Rancangan Faktorial Untuk 2 Faktor Dengan Pengulangan 3 X Pada Pengujian Kedudukan Bintik Fokus Terhadap Titik Pusat Penyinaran.

$$\begin{aligned} SS_T &= \sum_{i=1}^{11} \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^3 Y_{ijk}^2 - \frac{Y_{...}^2}{11.2.3} \\ &= (1,088)^2 + (1,088)^2 + \dots + (0,458)^2 - \frac{(55,391)^2}{66} \\ &= 54,391313 - 46,48731638 \\ &= 7,90399662 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SS_{\text{pesawat}} &= \sum_{i=1}^{11} \frac{Y_{i..}^2}{2.3} - \frac{Y_{...}^2}{66} \\ &= \frac{(6,529)^2 + (6,872)^2 + \dots + (3,667)^2}{6} - \frac{(55,391)^2}{66} \\ &= 53,68245317 - 46,487316378 \\ &= 7,19513679 \end{aligned}$$

$$SS_{\text{Beam}} = \sum_{j=1}^2 \frac{Y_{.j.}^2}{11.3} - \frac{Y_{...}^2}{66}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{(27,781)^2 + (27,61)^2}{33} - \frac{(55,391)^2}{66} \\
&= 46,48775942 - 46,48731638 \\
SS_{Beam} &= 0,0004430 \\
SS_{Interaksi} &= \sum_{i=1}^{11} \sum_{j=1}^2 \frac{Y_{ij}^2}{3} - \frac{Y_{...}^2}{11 \cdot 2 \cdot 3} - SS_{pesawat} - SS_{Beam} \\
&= \frac{(3,264)^2 + (3,436)^2 + \dots + (1,719)^2}{3} - \frac{(55,391)^2}{66} - 7,19513679 - 0,00044304 \\
&= 53,69832833 - 46,48731638 - 7,19513679 - 0,00044304 \\
&= 0,01543212 \\
SS_{Error} &= SS_T - SS_{pesawat} - SS_{Beam} - SS_{Interaksi} \\
&= 7,90399662 - 7,19513679 - 0,00044304 - 0,01543212 \\
&= 0,69298467 \\
MS_{pesawat} &= SS_{pesawat} / 1 & F_{hitung} \text{ pesawat} &= \frac{MS_{pesawat}}{MS_{error}} \\
&= 7,19513679 / 10 & &= 45,6844205 \\
&= 0,719513679 \\
MS_{alat\ uji} &= SS_{alat\ uji} / 10 & F_{hitung} \text{ alat uji} &= \frac{MS_{alat\ uji}}{MS_{error}} \\
&= 0,00044304 & &= 0,02813014 \\
MS_{interaksi} &= SS_{interaksi} / 10 & F_{hitung} \text{ interaksi} &= \frac{MS_{interaksi}}{MS_{error}} \\
&= 0,01543212 / 10 & &= 0,097983885 \\
&= 0,001543212 \\
MS_{error} &= SS_{error} / 44 \\
&= 0,69298467 / 44 \\
&= 0,015749651
\end{aligned}$$

**TABEL C.1. ANALISIS VARIAN**  
**PERGESERAN BINTIK FOKUS TERHADAP CENTER POINT**

\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE\*\*\*

X 3     pergeseran focal spot terhadap center point  
 by X1     beam alignment test tool  
 X2     jenis pesawat

UNIQUE sums of squares  
 All effects entered simultaneously

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Sig of F
Main Effects	7.196	11	.654	41.534	.000
X1	.000	1	.000	.028	.868
X2	7.195	10	.720	45.684	.000
2-Way Interactions	.015	10	.002	.098	1.00
X1    X2	.015	10	.002	.098	1.00
Explained	7.211	21	.343	21.802	.000
Residual	.693	44	.016		
Total	7.904	65	.122		

66 cases were processed.  
 0 cases (.0 pct) were missing.

*Out put program SPSS for MS WINDOWS Realease 6.0.*

## C. 2 Perhitungan Rancangan Faktorial Untuk 2 Faktor Dengan Pengulangan 3 X Pada Pengujian Kedudukan Proyeksi Lampu Kolimator Terhadap Titik Pusat Penyinaran.

$$\begin{aligned}
 SS_T &= \sum_{i=1}^{11} \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^3 Y_{ijk}^2 - \frac{Y_{...}^2}{11.2.3} \\
 &= (0,917)^2 + (0,917)^2 + \dots + (0,917)^2 - \frac{(86,808)^2}{66} \\
 &= 124,1412457 - 114,1761949 \\
 &= 10,8211931 \\
 SS_{pesawat} &= \sum_{i=1}^{11} \frac{Y_{i..}^2}{2.3} - \frac{Y_{...}^2}{66}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= (5,844)^2 + (14,257)^2 + \dots + (5,787)^2 - \frac{(86,808)^2}{66} \\
 &= 124,1412457 - 114,1761949 \\
 SS_{\text{pesawat}} &= 9,9650508
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS_{\text{Beam}} &= \sum_{j=1}^2 \frac{Y_{j.}^2}{11.3} - \frac{Y_{...}^2}{66} \\
 &= \frac{(43,678)^2 + (43,13)^2}{33} - \frac{(86,808)^2}{66} \\
 &= 114,180745 - 114,1761949 \\
 &= 0,00455
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS_{\text{Interaksi}} &= \sum_{i=1}^{11} \sum_{j=1}^2 \frac{Y_{ij.}^2}{3} - \frac{Y_{...}^2}{11.2.3} - SS_{\text{pesawat}} - SS_{\text{Beam}} \\
 &= \frac{(2,751)^2 + (7,214)^2 + \dots + (2,865)^2}{3} - 114,1761949 - \\
 &\quad 9,9650508 - 0,00455 \\
 &= 124,2427847 - 114,1761949 - 9,9650508 - 0,00455 \\
 &= 0,096989
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS_{\text{Error}} &= SS_T - SS_{\text{pesawat}} - SS_{\text{Beam}} - SS_{\text{Interaksi}} \\
 &= 10,8211931 - 9,9650508 - 0,00455 - 0,096989 \\
 &= 0,7546033
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 MS_{\text{pesawat}} &= SS_{\text{pesawat}}/10 & F_{\text{hitung}} \text{ pesawat} &= \frac{MS_{\text{pesawat}}}{MS_{\text{error}}} \\
 &= 9,96550508/10 & &= 58,10499837 \\
 &= 0,99650508
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 MS_{\text{alat uji}} &= SS_{\text{alat uji}} / 1 & F_{\text{hitung}} &= \frac{MS_{\text{alat uji}}}{MS_{\text{error}}} \\
 &= 0,00455 & &= 0,265304962
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 MS_{\text{interaksi}} &= SS_{\text{interaksi}}/10 & F_{\text{hitung}} \text{ interaksi} &= \frac{MS_{\text{interaksi}}}{MS_{\text{error}}} \\
 &= 0,096989/10 & &= 0,565531054 \\
 &= 0,0096989
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{MS error} &= \text{SS error} / 44 \\
 &= 0,7546033 / 44 \\
 &= 0,017150075
 \end{aligned}$$

**TABEL C.2. ANALISIS VARIAN**  
**PERGESERAN PROYEKSI FOKUS LAMPU KOLIMATOR TERHADAP**  
**CENTER POINT**  
**\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE\*\*\***

X 3    pergeseran proyeksi fokus lampu kolimator terhadap center point  
 by X1   beam alignment test tool  
 X2    jenis pesawat

UNIQUE sums of squares  
 All effects entered simultaneously

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Sig of F
Main Effects	9.970	11	.906	52.847	.000
X1	.005	1	.005	.265	.609
X2	9.965	10	.997	58.105	.000
2-Way Interactions	.097	10	.010	.566	.833
X1    X2	.097	10	.010	.566	.833
Explained	10.067	21	.479	27.951	.000
Residual	.755	44	.017		
Total	10.821	65	.166		

66 cases were processed.  
 0 cases (.0 pct) were missing.

*Out put program SPSS for MS WINDOWS Release 6.0.*

Tabel C.3. Persentase Titik Distribusi F

TABEL V Persentase Titik Distribusi F (lanjutan)

 $F_{0,05, v_1, v_2}$ 

$v_2 \backslash v_1$		Derajat kebebasan untuk pembilang ( $v_1$ )																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	$\infty$	
Derajat kebebasan untuk penyebut ( $v_2$ )	1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3	254.3	
	2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50	
	3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53	
	4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63	
	5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.36	
	6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67	
	7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23	
	8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93	
	9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71	
	10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54	
	11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40	
	12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30	
	13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21	
	14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13	
	15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07	
	16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01	
	17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96	
	18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92	
	19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88	
	20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84	
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81		
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78		
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.85	1.81	1.76		
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73		
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71		
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69		
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67		
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65		
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64		
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62		
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51		
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	2.00	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39		
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25		
$\infty$	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00		